

XVI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 08-09 грудня 2020 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

УДК 621.039:330.341.424

М.М. Заінчковська, студентка гр. УС-71

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ АЕС В УМОВАХ ІНДУСТРІЇ 4.0

Анотація. У статті розглянуто розвиток функціонування ядерної сфери загалом, звернено особливу увагу на підвищення безпеки використання атомних електростанцій. Акцентовано увагу на сучасному забезпеченні безпеки АЕС за допомогою використання технологій Індустрії 4.0. Досліджено вплив найбільших аварій, що сталися на АЕС протягом всього періоду експлуатації цієї технології на розвиток ядерної галузі загалом. Виявлення покращення стану безпеки АЕС в період Індустрії 4.0.

Ключові слова: безпека, атомні електростанції, ядерна енергія.

ВСТУП

Основними умовами функціонування і розвитку ядерної енергетики відповідно положенням МАГАТЕ та «Конвенції про ядерну безпеку» [1] є забезпечення безпечної діяльності енергоблоків АЕС. Норми та заходи щодо ядерної безпеки оновлюються і доповнюються щороку. Заходи безпеки сьогодення значною мірою сформовані за допомогою використання автоматизації, роботизації, аналізу та збору даних (Big Data), що стало можливим завдяки розвитку Індустрії 4.0. Обґрунтуванням подальшого використання і будівництва атомних станцій є три основні складові: безпека, економічність та екологічність, тому підвищення рівня безпеки використання АЕС є пріоритетними заходами у кожній країні, що використовує ядерну енергію.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Проблематика питань підвищення безпеки атомних станцій досліджувалась у працях вітчизняних і західних вчених Г. В. Лисиченко [2], К. М. Коби, Д. А. Кривко, А. І. Головея [3] та інших науковців.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Пріоритет безпеки над економічною складовою зумовлений аваріями на атомних станціях всього світу, найпотужнішими з яких були аварії на АЕС Тримайл-Айленд у США – 1979 р., Чорнобильська аварія в СРСР – 1986 р. і Фукусіма в Японія – 2011 р. [4]. Негативний вплив цих аварій на життя людей та екологічне середовище був настільки значним, що це вплинуло на подальший розвиток галузі та вимусило модернізувати та оновлювати технології, тим самим робити їх більш безпечними та екологічними. Слід зазначити, що всі аварії спричинили негативний вплив на розвиток атомної галузі країн. Так, після Аварії Тримайл-Айленд був введений мораторій на будівництво АЕС в США, що діяв до 1993 року, після найсильнішої в світі ядерної аварії на Чорнобильській АЕС був введений мораторій на будівництво на теренах СРСР, який знятий у незалежній Україні в 1993 році. Найбільш серйозні наслідки можна спостерігати після аварії на Фукусімі. Після цієї аварії низка країн, у тому числі Японія та Німеччина, не тільки наклали мораторій на будівництво нових станцій, а і зупинили вже працюючі станції раніше терміну планового використання. Ці наслідки добре простежуються у зменшенні загального виробництва електроенергії на АЕС у 2012 році (рис. 1).

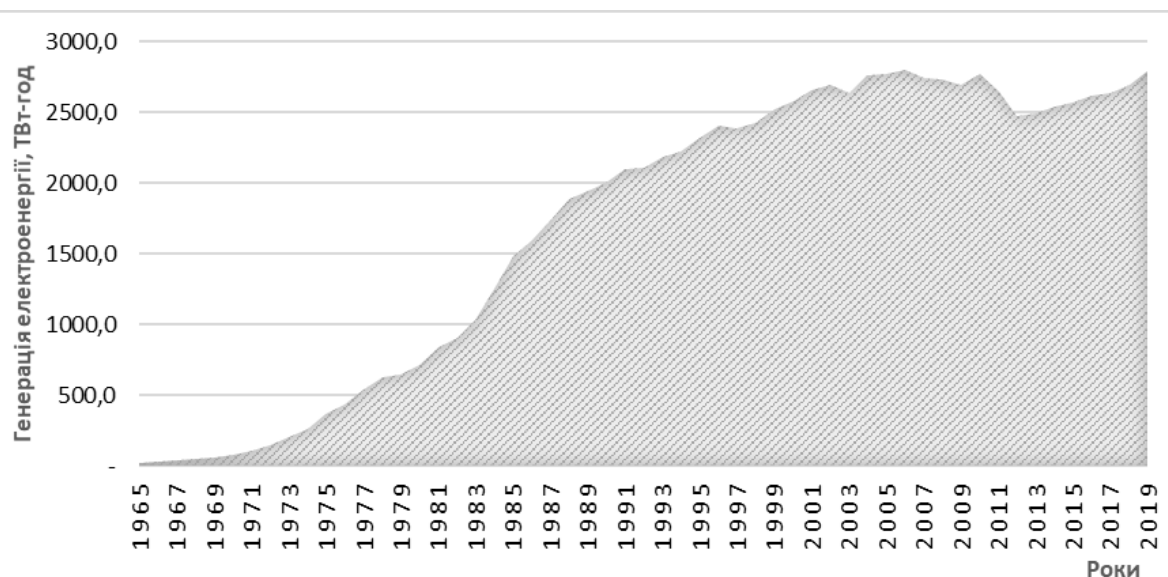


Рисунок 1. Генерація електроенергії на АЕС в світі, ТВт-год, 1965-2019 роки [5].

На основі аналізу світової генерації електроенергії АЕС, зазначимо важливість цієї генерації для світової енергетики. Це стабільна та екологічна генерація, що у певних країнах забезпечує понад 50% всіх потреб на електроенергію (Франція – 72%, Україна – 54%, Словаччина – 53%, Угорщина – 51%) і яка на даному етапі розвитку не має раціональних альтернатив. Це спостерігається на графіку виробництва електроенергії на АЕС, коли після падіння 2012 року, АЕС почали нарощувати потужності, та у 2019 року повернулась до значення 2009 року. Японія та Німеччина, хоч і зберегла мораторій на будівництво нових станцій через брак потужностей відновила роботу діючих атомних станцій до кінця строку їх експлуатації.

Пріоритетним напрямом розвитку ядерної галузі залишаються заходи по підвищенню рівня безпеки. Із залученням нових технології та надбань Індустрії 4.0 вірогідність пошкодження активної зони реактору було зменшено з $1 \cdot 10^{-4}$ у реакторів типу РБМК, що працювали на ЧАЕС до $1 \cdot 10^{-5}$ у реакторів ВВЕР, що функціонують на теренах України та $1 \cdot 10^{-6}$ у Малих Модульних Реакторів 4 покоління, що використовують нові замкненні системи безпеки, та здатні підтримувати неаварійний стан реактору самостійно, не використовуючи зовнішню систему електропостачання. Прикладом реактора четвертого покоління є корейський реактор SMART [6], що використовує технології автоматизування процесів і використання штучного інтелекту для прийняття системних рішень на основі аналізу даних. Це допомагає реагувати за будь-які збої в роботі реактора одразу, та попередити крупні аварії, що неможливо робити на великих реакторах, що є залежними від зовнішньої системи подачі електроенергії та менш автоматизовані.

Розвиток Індустрії 4.0, а саме автоматизованих і роботизованих систем зданих забезпечити умови неаварійного використання реактора у незвичайних ситуаціях. Залучення технологій автоматизації процесів, моделювання роботи реактора у критичних ситуаціях, залучення роботизованої техніки використовується у будівництві нових атомних реакторів і модернізації старих по всьому світу. У низці країн (Республіка Корея, Китай) будуються нові

реактори із залученням роботизованого обладнання та автоматичних технологій, у інших країнах (у тому числі Україна) модернізуються старі реактори, які оснащуються автоматичними системами. За відповідним рівнем безпеки на реакторних установках, що знаходяться в експлуатації та будівництві слідує Міжнародне агентство атомної енергії (МАГАТЕ) та законодавство окремих країн, що експлуатують АЕС.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу безпеки використання АЕС під впливом масштабних аварій та науково-технологічного прогресу у явному вигляді виділяються такі закономірності:

1. Масштабні аварії на АЕС стали викликом до створення нових заходів безпеки АЕС та недопущення можливих аварій.
2. Підвищення рівня безпеки використання ядерних реакторів четвертого покоління і забезпечення їх замкненої системи функціонування стало можливим за використанням технології автоматизації та роботизації.
3. На становище такої стратегічно важливої галузі, як енергетика, вплив Індустрії 4.0 є прямим і визначаючим для подальшого розвитку. Завдяки залученню нових технологій стало можливим збільшити екологічність та безпечність діючих атомних станцій по всьому світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Конвенція про ядерну безпеку (офіц. текст: ратифікація віж 17.12.1997) / Верховна Рада України. — К. : Парламентське вид-во, 1997. — 2-5 с.
- [2] Лисиченко, Г.В. Про стан та вдосконалення системи техногенно-екологічної безпеки на об'єктах ядерно-паливного циклу України / Г. В. Лисиченко // Вісник НАН України №6. — 2012. — с. 26
- [3] Коба К. М., Кривко Д. А., Головей А. І. Використання планових систем безпеки в альтернативних режимах для підвищення безпеки АЕС / К. М. Коби, Д. А. Кривко, А. І. Головея // Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія» — 2014. — с. 65
- [4] Хронологія аварій на атомних електростанціях в XX ст./ Державна бібліотека України для юнацтва. — Режим доступу: [www.URL: http://memorial.4uth.gov.ua/chernobyl-tragedy-that-will-remain-in-our-hearts-1986/chronology-of-accidents-at-nuclear-power-plants/](http://memorial.4uth.gov.ua/chernobyl-tragedy-that-will-remain-in-our-hearts-1986/chronology-of-accidents-at-nuclear-power-plants/) — 22.11.2020 р.
- [5] Statistical Review of World Energy Режим доступу: [www.URL:https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energyeconomics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energyeconomics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf) — 22.11.2020 р.
- [6] Approach for SMART application to desalination and power generation/ — Korea Atomic Energy Research Institute — Режим доступу: [www.URL: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/067/29067717.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/067/29067717.pdf)

Наук. керівник – д.е.н., проф. Войтко С.В.